

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 44 067 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
F 02 D 41/22
F 02 P 11/02
F 01 N 9/00
G 01 M 15/00

⑯ Aktenzeichen: 197 44 067.3
⑯ Anmeldetag: 6. 10. 97
⑯ Offenlegungstag: 8. 4. 99

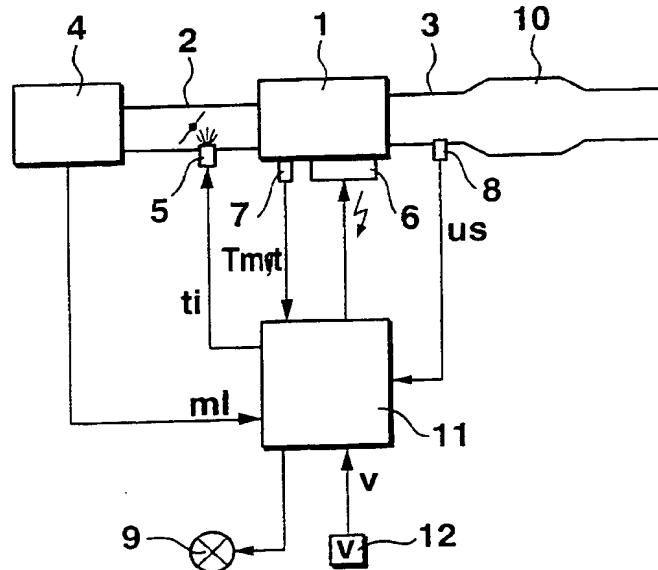
⑯ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Mezger, Manfred, 71706 Markgröningen, DE;
Ries-Mueller, Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Temperaturmodellbildung für den Abgasbereich eines Verbrennungsmotors

⑯ Vorgestellt wird ein Verfahren zur Nachbildung einer Temperatur im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors auf der Basis von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors. Im Rahmen des Verfahrens erfolgt eine Überwachung des Verbrennungsmotors auf Verbrennungsaussetzer. Detektierte Aussetzer werden bei der Nachbildung der Temperatur im Abgasbereich berücksichtigt.



Die Erfindung betrifft die Modellierung von Temperaturen im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors unter Berücksichtigung des Einflusses von Verbrennungsaussetzern. Dabei umfaßt der Begriff der Temperatur im Abgasbereich sowohl die Temperatur des Abgases hinter den Auslaßventilen des Verbrennungsmotors als auch die Temperatur der Rohre und Wandungen des Abgassystems, die Temperaturen von im Abgassystem angeordneten Komponenten, wie Katalysatoren und eine sich durch den Wärmeaustausch mit dem Abgassystem verändernde Abgastemperatur in Strömungsrichtung hinter den Auslaßventilen.

Es sind bereits verschiedene Verfahren zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bekannt. Die US 5 255 560 beschreibt eine auf der Auswertung von Drehzahlschwankungen basierende Aussetzererkennung. Aus der US 5 311 138 ist eine Diagnose der Endstufen von Einspritzventilen bekannt, mit der u. a. Kurzschlüsse zur Versorgungsspannung und/oder zur Masse entdeckt werden können. Die US 5 046 470 beschreibt eine Zündkreisüberwachung. Die Kenntnis von Temperaturen im Abgasbereich kann für eine Vielzahl von Funktionen nützlich verwendet werden. Besonders nützlich ist sie für den Schutz von im Abgastrakt angeordneten Sensoren und Katalysatoren vor Überhitzung oder vor zu starker Abkühlung. In Zusammenhang mit einer möglichen Überhitzung ist es aus der DE-OS 43 41 584 (US-Seriel Nunuber 337 923, Anmeldetag 10.11.94) bekannt, daß Eingriffe auf die Kraftstoffeinspritzung einerseits und auf die Zündung andererseits, wie sie zur Momentenreduktion bei einer Antriebschlupfregelung (ASR) eingesetzt werden, die Abgastemperatur verschiedenartig beeinflussen. Die Abgastemperatur wird nach dieser Schrift zunächst ohne Berücksichtigung der ASR-Eingriffe modellhaft aus Betriebskenngroßen wie Last und Drehzahl des Verbrennungsmotors gebildet. Abhängig von der modellierten Temperatur und der Drehmomentenreduktionsforderung wird dann der hinsichtlich seines Temperatureinflusses unkritischere ASR-Eingriff gewählt. Variiert wird dabei insbesondere das Muster der Einspritzausblendungen, d. h. die Häufigkeit und Verteilung der Einspritzausblendungen auf die verschiedenen Zylinder innerhalb eines oder mehrerer Arbeitsspiele des Motors.

Weiterhin ist es bekannt, die kühlend wirkende Einspritzausblendung im Schiebebetrieb bei der modellhaften Bildung der Abgastemperatur zu berücksichtigen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens und einer Vorrichtung, die eine Modellierung einer Temperatur im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors bei stimulierten Aussetzern in einzelnen Zylindern, bspw. beim ASR-Eingriff und/oder auch bei nicht stimulierten Aussetzern, d. h. bei nicht erwünschten Aussetzern, erlaubt.

Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Der Kern der Erfindung besteht darin, aus der Anzahl und Art der Verbrennungsaussetzer die Temperaturänderung im Abgasbereich zu bestimmen und bei der Modellierung der Temperatur im Abgasbereich zu berücksichtigen.

Die Temperaturänderung wird dann additiv mit der Motortemperatur des aussetzerfreien Normalbetriebs verknüpft, um so die Modelltemperatur im Abgasbereich, insbesondere im Katalysator, bei Aussetzerbetrieb zu erhalten.

Wie bereits erwähnt, kann die Erkennung der Aussetzerart über ein standardmäßig vorhandenes Endstufendiagnoseverfahren der Einspritzventile erfolgen sowie alternativ

oder auch vorteilhafterweise zusätzlich über wenigstens ein Verfahren der elektrischen Zündkreisdiagnose, der Laufunruheauswertung, der Brennraumdruckauswertung, der Verbrennungslichtauswertung oder der Auswertung der Signale eines Abgassensors, der bspw. den Sauerstoff- oder Kohlenwasserstoffgehalt des Abgases mißt.

Ist keine Unterscheidung der Aussetzerart möglich, wie z. B. beim Laufunruheverfahren, so wird sicherheitshalber der kritischere Fall eines Temperaturanstiegs angenommen.

10 Die auf diese Weise unter Berücksichtigung des Aussetzereinflusses nachgebildete Katalysatortemperatur ermöglicht bspw. eine genauere Aktivierung von Fehlersignalen und Fehlerreaktionen, wie bspw. eine Änderung des Kraftstoff/Luftverhältnisses Lambda.

15 Generell profitieren davon alle Anwendungen, bei denen eine genaue Kenntnis einer Abgas- oder Abgastraktkomponententemperatur bei Aussetzern von Vorteil ist. So fordern beispielsweise verschiedene Behörden die Erkennung von Verbrennungsaussetzerraten, die zu Katalysatorschäden

20 führen könnten. Den Katalysator schädigende Aussetzerraten liegen vor, wenn die Katalysatortemperatur als Folge der Aussetzer über 900–1000°C ansteigt. Durch eine verbesserte Beurteilung der Notwendigkeit von entsprechenden Schutzmaßen bei Überschreiten der kritischen Katalysatortemperaturen können Katalysatorschäden verhindert werden

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden mit Bezug auf die Figuren erläutert.

Fig. 1 zeigt das technische Umfeld der Erfindung.

Fig. 2 offenbart ein Ausführungsbsp. der Erfindung.

30 Die 1 in der Fig. 1 bezeichnet einen Verbrennungsmotor mit einem Saugrohr 2 und einem Abgastrakt 3. Im Saugrohr befindet sich ein Luftpumassenmesser 4 und ein Kraftstoffzumessmittel 5. Das Kraftstoffzumessmittel kann alternativ auch direkt den Verbrennungsraum mit Kraftstoff versorgen.

35 Der Verbrennungsmotor kann eine Zündanlage 6 aufweisen. Prinzipiell kann die Erfindung jedoch auch bei selbst zündenden Verbrennungsmotoren verwendet werden. Weiterhin weist der Verbrennungsmotor Sensoren 7 für Betriebsparameter wie Drehzahl n, Kühlmitteltemperatur Tmot usw. auf.

40 Im Abgastrakt befindet sich wenigstens eine Abgassonde 8 und ein Katalysator 10. Ein Sensor 12 repräsentiert Betriebsparameter des vom Motor angetriebenen Fahrzeugs, bspw. die Fahrgeschwindigkeit v oder die Getriebefahrstufe, bzw. den eingelegten Gang.

45 Ein Steuergerät 11 empfängt die Signale von den verschiedenen Sensoren, insbesondere ein Signal mL über die angesaugte Luftpumasse, ein Drehzahlsignal n, ein Temperatursignal Tmot, ein Signal US über die Abgaszusammensetzung, ggf. die Fahrgeschwindigkeit v oder die eingelegte

50 Getriebefahrstufe und bildet daraus Signale zur Steuerung der Brennkraftmaschinenfunktionen wie Einspritzung (Kraftstoffeinspritzimpulsbreite t) und Zündung. Zusätzlich weist das Steuergerät die bereits weiter oben genannten Überwachungsfunktionen auf. Beispiele dafür sind eine

55 Überwachung der Steuergerät-Endstufen für Einspritzung und Zündung und anderer für Sicherheit oder Abgasemissionen relevanter Komponenten.

Fig. 2 repräsentiert ein Beispiel der Bildung einer Abgastemperatur im Steuergerät aus den genannten und ggf. noch weiteren Eingangssignalen. Ein Block 2.1 stellt eine Abgastemperatur für stationäre Betriebsbedingungen bereit. Dazu kann ein Kennfeld dienen, das bspw. über Motortemperatur Tmot, Luftpumassenstrom mL und Fahrgeschwindigkeit v adressiert wird. Dabei repräsentiert mL gewissermaßen die durch die Verbrennung im Motor entstehende Wärmemenge, Tmot den Einfluß der Motortemperatur auf die Abgastemperatur und v die kühlende Wirkung des Umgeblungsluftstroms auf den Abgastrakt. Ein Block 2.2 reprä-

sentiert eine Nachbildung des zeitlichen Verlaufs der Abgastemperatur bei Änderungen des Betriebszustandes, d. h. insbesondere bei Änderungen von Last nL und Drehzahl n . Block 2.2 kann bspw. als Tiefpassfilter realisiert sein, dessen Zeitkonstanten von den genannten Parametern abhängig sind. Die vom Block 2.2, ausgegebene Temperatur TABG kann jeder beliebigen Funktionseinheit zugeführt werden, die diesen Temperaturwert als Eingangsgröße benötigt. Im dargestellten Ausführungsbsp. wird sie einem Block 2.3 zur Bildung der Katalysatortemperatur zugeführt. Auch dieser Block kann als Filter realisiert sein, das den zeitlichen Verlauf der Erwärmung des Katalysators nachbildet. Das Filter 2.3 weist dazu eine vom Luftmassenstrom nL abhängige Zeitkonstante auf. Die Katalysatortemperatur wird anschließend einem Block 2.4 zugeführt, der bspw. Gegenmaßnahmen bei unzulässig hohen Temperaturwerten auslösen kann. Bsp. solcher Gegenmaßnahmen sind das Anschalten der Lambdaregelung bei fehlender Einspritzung in einzelnen Zylindern und das Abschalten der Einspritzung in einzelnen Zylindern, deren Zündung bspw. nicht mehr oder nur noch eingeschränkt funktioniert. Die Zylinderabschaltung verhindert, daß Kraftstoff aus dem nicht verbrennenden oder zündenden Zylinder in den Katalysator gelangt und dort verbrannt wird. Das Abschalten der Lambdaregelung verhindert eine Anfeuerung der übrigen Zylinder, wenn einzelne Zylinder Luft pumpen. Beide Maßnahmen zielen daher darauf ab, eine unerwünschte Gemischverbrennung im Abgas zu verhindern. Bis hier entspricht die Darstellung des Abgastemperaturmodells dem Stand der Technik, wie er bspw. aus der DE 43 38 342 bekannt ist. Ein Ausführungsbsp. der Erfindung ergibt sich durch den nachfolgend beschriebenen Einfluß der Blöcke 2.5 bis 2.8. Block 2.5 repräsentiert eine an sich bekannte Funktion der Aussetzererkennung. Wie eingangs dargestellt kann es sich dabei bspw. um eine Laufruheüberwachung auf Drehzahlbasis, eine Überwachung der Endstufen von Einspritzung und/oder Zündung und/oder um weitere bekannte Verfahren wie die Auswertung des Brennraumdrucks, des Verbrennungslichtes, des Ionenstroms, der Abgaszusammensetzung usw. handeln.

Werden Aussetzer erkannt, wird ein Schalter 2.6 oder 2.7 geschlossen. Dabei verbindet Schalter 2.6 das Abgastemperaturmodell mit einem temperatursteigernden Offset. Dieser wird durch einen Block 2.8, bspw. aus einem Last-Drehzahl-Kennfeld bereitgestellt. Mit anderen Worten: Werden Aussetzer erkannt, so wird deren potentiell temperatursteigernde Wirkung auf den Katalysator durch einen positiven Offset bei der Bildung der Modell-Katalysatortemperatur berücksichtigt. Die Verknüpfung mit der auf herkömmliche Weise gebildeten Modell-Abgastemperatur erfolgt im Block 2.9 bspw. so, daß last- und drehzahlabhängig pro Aussetzer die erwartete Temperaturerhöhung ggf. abhängig vom Aussetzertyp zur Katalysatortemperatur im Normalbetrieb addiert wird.

Die Kennfeldspeicherung der Temperaturoffsetwerte stellt gewissermaßen ein Bsp. dar, das auf einem empirischen Ansatz zur Ermittlung der Kennfeldwerte beruht.

Alternativ dazu kann die Temperaturerhöhung, einem theoretischen Ansatz folgend, aus der nicht im Motor verbrannten Kraftstoffmenge berechnet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß bei hohen Luftdurchsätzen ein Teil des Kraftstoffes bereits im Hosenrohr verbrennt und daher nicht in vollem Umfang steigernd auf die Katalysatortemperatur wirkt.

Die auf diese Weise unter Berücksichtigung des Aussetzereinflusses nachgebildete Katalysatortemperatur ermöglicht bspw. eine genauere Aktivierung von Fehlersignalen. Bislang wurde eine Fehlerlampe 2.10 dann aktiviert, wenn vermutlich Katalysatorschädigende Aussetzerraten auftra-

ten. Dazu wurden in einem Block 2.11 die erkannten Aussetzer zur Zahl der Arbeitstakte in Beziehung gesetzt und die Fehlerlampe beim Überschreiten eines Schwellwertes für die Rate der Aussetzer bezogen auf die Arbeitstakte aktiviert. Welche Rate tatsächlich katalysatorschädigend wirkte war dabei nicht exakt bekannt, da der entsprechende Schwellwert auch von der Katalysatortemperatur selbst abhängig ist. Ein kalter Katalysator toleriert eine höhere Aussetzerrate als ein heißer Katalysator.

Die Erfindung ermöglicht eine Modellierung der Katalysatortemperatur unter dem Einfluß von Aussetzern. Bei der Aktivierung der Fehlerlampe kann daher zusätzlich die Katalysatortemperatur unter diesem Einfluß berücksichtigt werden. Dazu dient in der Fig. 2 der Schalter 2.12. Im vorliegenden Ausführungsbsp. wird dieser erst geschlossen wenn, die modellierte Katalysatortemperatur kritische Werte erreicht. Das sichert die sonst von der statistischen Auswertung der Aussetzerraten ausgelöste Aktivierung zusätzlich ab.

Wenn die Aussetzererkennung zwischen den verschiedenen Ursachen von Aussetzern unterscheiden kann, kann sie auch einen potentiell kühlenden Einfluß, bspw. von Einspritzabschaltungen bei ausgeschalteter Lambdaregelung berücksichtigen. Dazu dient der Block 2.13, der einen negativen, also temperatursenkenden Offset bereitstellt. Werden also temperatursenkend wirkende Aussetzer festgestellt, kann deren Einfluß über den Schalter 14 auf die auf herkömmliche Weise gebildete Modell-Katalysatortemperatur einwirken.

Als weitere Anwendung sind Betriebszustände denkbar, bei denen bewußt Aussetzerbetrieb gefahren wird. Dies ist z. B. bei dem weiter oben bereits erwähnten ASR-Betrieb der Fall: In Anlage 1 das oben dargestellte Ausführungsbsp. mit dem Last-Drehzahlkennfeld zur Speicherung eines Temperaturoffsets.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Nachbildung einer Temperatur im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors auf der Basis von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors, dadurch gekennzeichnet, daß Verbrennungsaussetzer in einzelnen Zylindern bei der Nachbildung der Temperatur im Abgasbereich berücksichtigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vom Steuergerät des Verbrennungsmotors stimulierte Verbrennungsaussetzer (ASR-Eingriff) bei der Nachbildung der Temperatur berücksichtigt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor auf das Auftreten von Verbrennungsaussetzern überwacht wird und daß das Auftreten von durch die Überwachung erkannten Aussetzern bei der Nachbildung der Temperatur im Abgasbereich berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß aus Anzahl und Art der Verbrennungsaussetzer die Veränderung der Katalysatortemperatur berechnet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die berechnete Veränderung der Katalysatortemperatur zur Temperatur im Normalbetrieb addiert wird, um die Katalysatortemperatur im Aussetzerbetrieb zu erhalten.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erwartete Temperaturänderung im Aussetzerbetrieb über Last und Drehzahl in einem Kennfeld gespeichert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für verschiedene Aussetzerarten verschiedene Kennfelder verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß pro Aussetzer ein Temperatur-offset-Wert, d. h. eine Temperaturänderung abgespeichert und ggf. addiert wird. 5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, der Wert der zu erwartenden Temperaturänderung bei erkannter fehlender Einspritzung negativ und bei den anderen Fehlerarten positiv ist. 10

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zu erwartende Temperaturerhöhung im Falle eines Verbrennungsaussetzers bei erfolgter Einspritzung aus der nicht verbrannten Kraftstoffmenge berechnet wird. 15

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zu erwartende Temperaturerhöhung für den Katalysator bei hohen Luftdurchsätzen abgeschwächt wird. 20

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

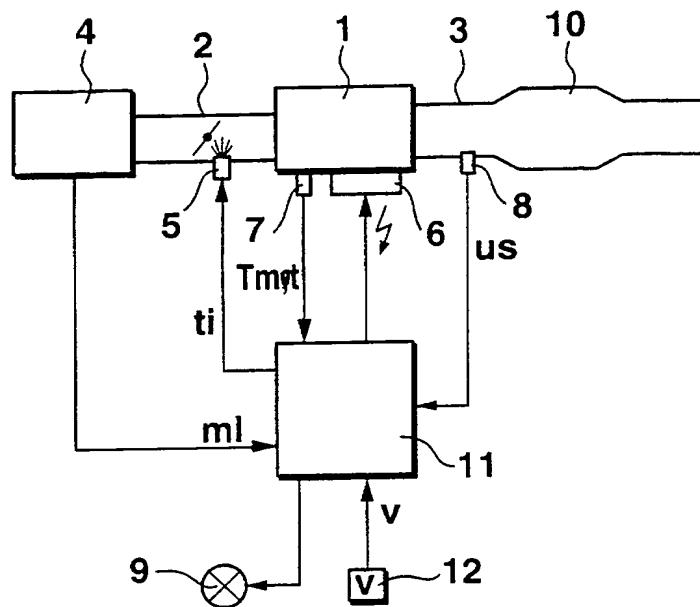


Fig. 2

